

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **08-241048**
 (43)Date of publication of application : **17.09.1996**

(51)Int.Cl. G09F 9/30
H05B 33/02

| | |
|---|---|
| (21)Application number : 07-323196 | (71)Applicant : EASTMAN KODAK CO |
| (22)Date of filing : 12.12.1995 | (72)Inventor : TANG CHING WAN HSEIH BIAY CHENG |

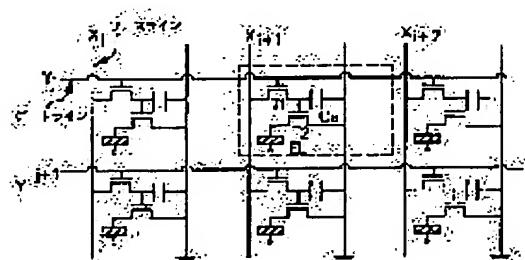
(30)Priority
 Priority number : **94 355786** Priority date : **14.12.1994** Priority country : **US**

(54) ELECTROLUMINESCENCE DEVICE HAVING ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE LAYER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a 4-terminal thin film transistor electroluminescence device using an organic material as an electroluminescence medium.

SOLUTION: This device comprises two thin film transistors T1, T2, a capacitor Cs and an overlay passivation layer having an opening with an edge with a taper on which an organic electroluminescence layer EL is disposed. It is a cathode layer that is overlaid on the organic electroluminescence material, preferably a continuous layer made by a material with a low work function.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

*** NOTICES ***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

- [Claim 1] a) Substrate which has a top face and a base;
b) It is the first thin film transistor which it is arranged on the top face of this substrate, and becomes from a source electrode, a drain electrode, a gate dielectric, and a gate electrode, and this gate electrode becomes from some gate buses.;
c) It is the second thin film transistor which is arranged on the top face of this substrate and consists of a source electrode, a drain electrode, a gate dielectric, and a gate electrode and by which this gate electrode is electrically connected to the drain electrode of this first thin film transistor.;
d) Capacitor which is arranged on the top face of this substrate and consists of the upper part and a pars-basilaris-ossis-occipitalis electrode;
e) Display anode plate layer electrically connected to the drain electrode of this second thin film transistor;
f) Dielectric passivation layer which overlays this first and the second thin film transistor, and this capacitor, has opening on this anode plate layer, and has further the edge which was able to attach the taper by this opening so that a bottom edge might extend further from upper limit on this anode plate layer;
g) Organic electroluminescence layer which is directly arranged on the top face of this anode plate layer, and is insulated from this first and the second thin film transistor, and this capacitor by this passivation layer;
h) The electroluminescence device which consists of catholyte directly arranged on the top face of this organic electroluminescence layer, and.
[Claim 2] The electroluminescence device according to claim 1 which includes further the source bus electrically connected to the source electrode of this first thin film transistor, and the touch-down bus in which it connects with this capacitor electrically and is located in parallel with this source bus.
[Claim 3] This cathode is an electroluminescence device according to claim 2 which consists of a metal which has a work function 4eV or less.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001] It applies to coincidence and both U.S. country patent application 08/355940 "A Method of Fabricating a TFT-EL Pixel" by the U.S. country patent application 08/355742 by Cross-reference Tang etc. "TFT-EL Display Panel Using Organic Electroluminescent Media", Tang, etc. of related application quotes the description here.

[0002]

[Field of the Invention] This invention relates to the electroluminescence device (for example, pixel) which used the organic electroluminescence thin film as the thin film transistor (TFT) and radiation medium as an active matrix addressing element.

[0003]

[Description of the Prior Art] Rapid development of a flat panel drop (FPD) technique made possible a high quality large field, full color, and a high resolution drop. These drops enabled new application with a laptop computer or an electronic product like Pocket TV. The liquid crystal display (LCD) appeared as selection of the drop in a commercial scene in these FPD techniques. It set up the technical standards with which other FPD techniques are compared again. LCD -- a panel -- an example -- the following -- containing -- : -- (-- one --) -- a workstation -- ** -- 14 -- " -- 16 - a color -- LCD -- a panel (IBM and Toshiba --) 1989 (see SID Digest by KIchikawa, S.Suzuki, H.Matino, T.Aoki, T.Higuchi, Y.Oano, etc., and 226 (1989)), (2) -- 6" -- full color LCD-TV (Philips --) 1987 It Hemmings(es). M. -- J.Powell, J.A.Chapman, A.G.Knapp, I.D.French, J.R.Hughes, A.D.Pearson, M.Allinson, M.J.Edwards, R.A.Ford, and M.C. -- O. Proceeding by F.Hill, D.H.Nicholls, N.KWright, etc., International Display Conference, and 63 and 1987 are referred to. (3) -- 4" -- full color LCD-TV (model LQ 424A01) (see the Sharp Corporation Technical Literature for model LQ424A01) -- (4) One mega pixel color TFT-LCD (General Electric) (D. refer to E.Castleberry, SID Digest by G.E.Possin, and 232 (1988)). All the bibliographies containing a patent and a publication are quoted here so that it may reappear completely below.

[0004] The common description in these LCD panels is use of a thin film transistor (TFT) in an active addressing method, and this eases a limit of direct addressing (S. refer to Advances in Electronics and Electron Physics by Morozumi, P.W.Hawkes edit, Vol.77, and Academic Press 1990). It is most that a success of a LCD technique is based on the rapid advance of manufacture of the large field TFT (mainly amorphous silicon TFT). The almost ideal adaptation between a TFT switching characteristic and a electron optics LCD display element plays a role of a key again.

[0005] The main faults of a TFT-LCD panel are that a bright back light is the need. The transmission coefficient of this of TFT-LCD is because it is small especially by the color panel. Typically, a transmission coefficient is about 2 to 3% (S. refer to Advances in Electronics and ElectronPhysics by Morozumi, P.W.Hawkes edit, Vol.77, and AcademicPress 1990). The power consumption to a TFT-LCD panel with a back light is remarkable, and it influences so that it may go back to application of the pocket mold drop which needs dc-battery actuation.

[0006] The need for a back light spoils the miniaturization of a flat panel again. For example, it must be increased by the depth of a panel in order to contain a back light unit. When the cold cathode lamp of the shape of typical tubing is used, about 3/ of additional depth is 4 to 1 inch. A back light applies excessive weight to FPD again. The ideal solution to the above-mentioned limit is a low power radiation drop which removes the need for a back light. Especially an attractive candidate is a thin film transistor electroluminescence (TFT-EL) drop. The address of each pixel is carried out so that light may be emitted, and an auxiliary back light is not required of a TFT-EL indicator. The TFT-EL method was proposed by Fischer in 1971 (A. refer to IEEE Trans.Electron Devices by G.Fischer, and 802 (971)). ZnS to which

disintegration of the method of Fischer was carried out is used as an EL medium.

[0007] It was reported that the TFT-EL panel (6") of the prototype which was successful in 1975 was made by Brody using CdSe as a TFT ingredient etc. by using ZnS as EL element (T. refer to IEEE Trans.ElectronDevices by P.Brody, F.C.Luo, A.P.Szepesi, D.H.Davies, etc., and 22,739 (1975)). Since ZnS-EL needs high driver voltage 100 volts or more, it is Switching CdSe. A TFT element must be designed so that such high-voltage vibration may be treated. Then, the dependability of the high voltage TFT became doubtful. Ultimately, TFT-EL based on ZnS did not succeed in competition with TFT-LCD. : whose U.S. country patent which indicates a TFT-EL technique is as follows -- No. 3807037, No. 3885196, No. 3913090, No. 4006383, No. 4042854, No. 4523189, and No. 4602192.

[0008] The organic electroluminescence ingredient has been device-ized in recent years. These ingredients suggest itself as a candidate to the display medium in a TFT-EL device (C. refer to J.Appl.Phys. by Appl.Phys.Lett. by W.Tang and S.A.VanSlyke, 51,913 (1987) and C.W.Tang, S.A.VanSlyke, and C.H.Chen, and 65 and 3610 (1989)). : in which an organic electroluminescence medium has two important advantages --; which has the effectiveness in which they are higher -- they have a low electrical-potential-difference demand. The latter property differs from other thin film radiation devices. : with the following indication of the TFT-EL device whose EL is an organic material -- the U.S. country patent No. 5,073,446, No. 5,047,687,; of 5,059,861 No. No. 5,294,870, No. 5,151,629, No. 5,276,380, No. 5,061,569, No. 4,720,432, No. 4,539,507, No. 5,150,006, No. 4,950,950, and No. 4,356,429.

[0009] The specific property of the organic electroluminescence ingredient which makes it ideal to TFT is :1 summarized as follows. Low-battery drive. Typically, an organic EL cell requires the electrical potential difference of the range of 4 to 10 volts depending on optical output level and a cel impedance. The electrical potential difference demanded in order to make the brightness of about 20 fL(s) is about 5 volts. This low battery is very attractive to a TFT-EL panel, because the demand to the high voltage TFT is removed. Furthermore, an organic EL cell is driven by DC or AC, and it deals in it again. As a result, a drive circuit is not more complicated and more expensive.

2) Efficient. The fluorescence effectiveness of an organic EL cell is 4 lumens per watt in height. In order to make the brightness of 20fL(s), the current density which drives an EL cell is about 1 mA/cm². When excitation of duty is assumed 100%, it is 2 400cm. Power required since a full page panel is driven is only about 2.0W. Surely a power demand agrees on the portable criteria of a flat panel drop.

3) Manufacture of whenever [low-temperature]. An organic electroluminescence device is manufactured at an outline room temperature, and it deals in it. This is a remarkable advantage compared with the inorganic radiation device which requires an elevated-temperature (> 300 degrees C) process. The elevated-temperature process required of making inorganic EL device is incompatible with TFT.

[0010] The easiest drive to an organic EL panel is having the organic display medium sandwiched among 2 sets of electrodes (row and column) which intersect perpendicularly. By this 2 terminal method, an EL element offers both an indicator and a switching function. The nonlinear current-voltage characteristic like the diode of an organic EL device permits multiplexing of a high degree in this mode of addressing theoretically. However, :1 with some big factors which restrict the usefulness of 2 terminal methods about organic electroluminescence Lack of memory. The standup of organic electroluminescence and falling time amount are very quick, it is the order of a microsecond, and it does not have intrinsic (intrinsic) memory. Thus, using the direct-addressing approach, the EL element of the selected train must be driven so that the brightness of the moment of being proportional to the number of the scanning trains in a panel may be produced. It is difficult to attain this instantaneous brightness depending on the magnitude of a panel. For example, the panel of 1000 scan trains which operate by the frame rate for 1 / 60 seconds is considered. The quiescent time in which per train is permitted and it deals is 17 microseconds. For example, in order to obtain the brightness to which the time average of the 20fL(s) was carried out, the moment brightness in the train quiescent time must be 1000 times higher, namely, it is 20000fL(s), and this is about 1 A/cm². It is the extreme brightness obtained only by operating an organic EL cell on high current density and the electrical potential difference of about 15 - 20 volts. The prolonged dependability of the cel actuation under such extreme drive conditions is doubtful.

2) Homogeneity. The current demanded by the EL element is supplied through the bus of a row and column. Descent of IR potential along momentary high currents, therefore these buses is not remarkable as compared with EL driver voltage. Change of the potential which met the bus because the brightness-voltage characteristic of EL was nonlinear produces an uneven optical output.

[0011] It has a 200microx200micro pixel pitch, and the panel which has 0, and 1000 lines of actuation / effective field ratio of 5 and 1000 trains is considered. When a train electrode assumes that it is the indium

stannic acid ghost (ITO) of resistance of a 10-ohm [/square] sheet (Ω^{**}), resistance of the whole ITO bus line is at least 10000 ohms. The IR drop in alignment with this bus line to the moment pixel current of 800microA (2 A/cm²) is 8 volts or more. Such big fall of potential along an ITO bus causes uneven luminous radiation nonpermissible within a panel, without establishing a fixed current source in a drive method. The resistance power loss in a bus is useless at any cases. Similar analysis is made to the line electrode bus which has all the currents carried in the quiescent time to the whole line of a pixel, i.e., the additional load which conveys 0.8A to the panel of 1000 trains, and it deals in it. The IR drop obtained when sheet resistance assumed the rod of the aluminum bus of about 0.028 ohms/square 1 micrometer thickness is about 11 volts, and this must have been permitted again.

3) Electrode patterning. One group of the rectangular electrode of an anode plate-indium stannic acid ghost is patternized by the approach of the photolithography of the conventional technique, and it deals in it. However, as for patterning of other groups of an electrode, big difficulty appears especially to organic electroluminescence. An anode plate is magnesium by which had to be made from the metal which has a work function smaller than 4eV, and the alloy was carried out to desirable silver or other desirable metals like aluminum (see the U.S. country patent No. 4885432 by Tang etc.). The anode plate of the alloy based on the magnesium deposited on the top face of an organic layer must have been easily patternized by the means of any conventional techniques containing a photoresist. The process which applies a photoresist from an organic solvent on an EL cell influences in the organic layer dissolved under the alloy layer based on magnesium detrimentally. This causes interlaminar peeling of an organic layer from a substrate. [0012] Other difficulties are the sensitiveness of the degree of pole of an anode plate to humidity. Even if it is applied well and developed, without a photoresist disturbing the organic layer of an EL cell, the process which etches the anode plate of the alloy based on the magnesium in an acidic solution oxidizes an anode plate, and tends to make a black point.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention offers the active matrix 4 terminal TFT-EL device with which an organic material is used as an EL medium.

[0014]

[Means for Solving the Problem] The device consists of two TFT(s), storage capacitors, and luminous-radiation organic electroluminescence pads which have been arranged on a substrate. EL pad is electrically connected to the drain of the second TFT. The first TFT is electrically connected to the gate electrode of the second TFT, this is electrically connected to a capacitor next, and the second TFT is enabled to supply an uniformly near current to EL pad following an excitation signal between signals by that cause. The TFT-EL device of this invention is a pixel typically formed within a flat panel drop, and is a continuous layer in which EL anode plate crosses all pixels preferably.

[0015] It seems that the TFT-organic electroluminescence device of this invention is shown below, and also the thin film transistor (TFT1) of :first formed in a phase process is arranged on the top face of a substrate. TFT1 consists of a source electrode, a drain electrode, a gate dielectric, and a gate electrode, and; gate electrode consists of a part of a gate bus. The source electrode of TFT1 is electrically connected with a source bus.

[0016] The second thin film transistor (TFT2) is arranged on the top face of a substrate again, and TFT2 consists of a source electrode, a drain electrode, a gate dielectric, and a gate electrode again. The gate electrode of TFT2 is connected as electrically as the drain electrode of the first thin film transistor. A storage capacitor is arranged on the top face of a substrate again. Working, it charges from the excitation signal source through TFT1, and this capacitor discharges in order to supply the potential uniformly near the gate electrode of TFT2 into the quiescent time.

[0017] An anode plate layer is electrically connected to the drain electrode of TFT2. In the typical application to which light is emitted through a substrate, an indicator is a transparent ingredient like an indium stannic acid ghost. A dielectric passivation layer is preferably deposited on the whole front face of a device on the source of TFT1 at least. A dielectric passivation layer is etched in order to prepare opening on a display anode.

[0018] An organic electroluminescence layer is directly arranged on the top face of an anode layer. Then, a cathode layer is directly deposited on the top face of an organic electroluminescence layer. It is combined with low-temperature (namely, 600 degrees C or less) crystallization and an annealing phase, hydrogen passivation, and the pattern technique of the conventional technique, and the TFT-EL device of this invention is made from a desirable example by the approach using low voltage and plasma enhancement chemical vacuum deposition.

[0019] A thin film transistor deposits the silicon patternized in polycrystal silicon island formed in coincidence of the following desirable multistage story processes, and other polycrystalline silicon layers patternized in order to form the gate electrode by which self-alignment was carried out so that chemical vacuum deposition of the diacid-ized silicon-gate electrode may be carried out and the source, a drain, and a gate electrode may be formed on a dirty thin film transistor after; ion implant are deposited.

[0020] The configuration of the pixel which has the thin film transistor which consists of polycrystalline silicon and diacid-ized silicon brings about improvement in the device engine performance, stability, repeatability, and the process effectiveness on other TFT(s). If it compares, TFT which consists of CdSe and an amorphous silicon will receive the effect of low mobility and a threshold drift.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the schematic diagram of an active matrix 4 terminal TFT-EL device. The component of each pixel contains two TFT(s), storage capacitors, and EL elements. The main descriptions of 4 terminal methods are the capacity to separate the addressing signal from EL excitation signal. An EL element is chosen through Logic TFT (T1), and the excitation power to an EL element is controlled by Power TFT (T2). A storage capacitor is enabled to stop excitation power to the EL element as which it was once chosen and by which the address was carried out. It permits thus that a circuit disregards the time amount to which the EL element was assigned to addressing, and operates in the duty cycle near 100%.

[0022] The structure of the electroluminescence device of this invention is shown in drawing 2 and 3. the substrate of this device -- an insulation -- and it is a transparent material like glass whenever [Xtal or low-temperature] preferably. Vocabulary called the transparency used on these specifications means the components which penetrate sufficient light to practical use with a display device. For example, the components which penetrate 50% or more of light in a desired frequency range are considered to be transparency. Vocabulary called glass says the glass dissolved or distorted at the temperature of about 600 degrees C or more whenever [low-temperature].

[0023] In the TFT-EL device shown in drawing 2 , TFT1 is a logic transistor to which it has a source bus (train electrode) as a data line, and it has a gate bus (line electrode) as a data line. TFT(s)2 are an EL element and serial EL power transistor. The storage capacitor is as in-series as TFT1. The anode plate of an EL element is connected to the drain of TFT2.

[0024] The configuration of TFT-EL of drawing 2 is shown in the sectional view of 9 from drawing 3 . The sectional view shown in 8 from drawing 3 meets line A-A' of drawing 2 . The sectional view shown in drawing 9 meets line B-B' of drawing 2 . It deposits over an insulating substrate with a transparent polish recon layer in the first process phase, and a polish recon layer is patternized by the island by the photolithography (see drawing 4). Although a substrate is a crystal ingredient like Xtal, it is an ingredient like glass which is not more expensive whenever [low-temperature] preferably. When a glass substrate is used, in order that the whole manufacture of TFT-EL may avoid melting of glass, or distortion and may avoid outside diffusion (out-diffusion) of a dopant in an active region, it carries out at low process temperature. All manufacture phases must be thus made below by 600-degreeC preferably below 1000-degreeC to a glass substrate.

[0025] Next, the insulated-gate ingredient 42 accumulates over a polish recon island top and the front face of an insulating substrate. An insulating material is diacid-ized silicon deposited by the desirable plasma enhancement CVD (PECVD) or chemical vacuum deposition (CVD) like low voltage CVD (LPCVD). A gate oxide insulating layer is about 1000A in thickness preferably.

[0026] The layer of silicon 44 is deposited on a gate insulating layer in the next phase, and it is patternized by carrying out a photolithography on a polish recon island so that the source and a drain field may be formed in a polish recon field after the ion implant. A gate electrode material is the polish recon preferably formed from the amorphous silicon. The ion implant is electric-conduction-ized by the N type dopant which is arsenic preferably. A polish recon gate electrode is offered as a pars-basilaris-ossis-occipitalis electrode of a capacitor again (see drawing 9). In the desirable example of this invention, the thin film transistor does not use duplex (double) gate structure. Thus, manufacture is not more complicated and more expensive. The gate bus 46 is applied and patternized on an insulating layer. A gate bus is a desirable metal silicon ghost like a silicon-ized tungsten (WSi2).

[0027] In the next phase, the insulating layer which is diacid-ized silicon preferably is applied over the whole front face of a device. The contact holes 54 and 56 are cut within the second insulating layer (see drawing 5), and an electrode material is applied so that a thin film transistor and a contact may be formed (see drawing 6 and 7). The electrode material 62 attached to the source field of TFT2 forms the top-face

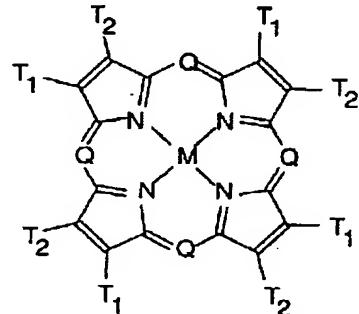
electrode of a capacitor again (see drawing 9). A source bus and a touch-down bus are formed on the second insulating layer again (see drawing 2). The transparent electrode ingredient 72 contacts the drain field of TFT2, it is ITO preferably and this is prepared as an anode plate to an organic electroluminescence ingredient.

[0028] In the next phase, the passivation layer 74 of the insulating material which is diacid-ized silicon preferably is deposited on the front face of a device. A passivation layer is etched from ITO which left the taper-ized edge 76, and this is offered so that adhesion of the organic electroluminescence layer continued and applied may be improved. The edge with a taper is required in order to manufacture the device which can be trusted. It is because this invention uses the comparatively thin organic electroluminescence layer with a thickness of 150 to 200nm typically. A passivation layer is about 0.5 to about 1-micron thickness typically. When the edge of a passivation layer forms a perpendicular or an acute angle about an anode plate layer thus, it is easy to generate a defect by the discontinuity in an organic electroluminescence layer. In order to prevent a defect, a passivation layer must have an edge with a taper. A passivation layer can attach a taper at the include angle of 10 to 30 degrees about an anode plate layer preferably.

[0029] The organic electroluminescence layer 82 is deposited on a passivation layer and EL anode plate layer. The ingredient in the organic electroluminescence of this invention The indication as reference It is quoted (Scozzafava). [EPA] 349,265 ; (1990) U.S. patent No. 4,356,429; [of Tang] U.S. patent No. 4,539,507; [such as VanSlyke,] U.S. patent the 4,720,432; such as VanSlyke U.S. patent No. 4,769,292; [such as Tang,] U.S. patent No. 4,885,211; [such as Tang,] U.S. patent the 4,950,950; such as Perry U.S. patent No. 5,059,861; [such as Littman,] U.S. patent No. 5,047,687; [of VanSlyke] U.S. patent No. 5,073,446; [such as Scozzafava,] U.S. patent No. 5,059,862; [such as VanSlyke,] U.S. patent No. 5,061,617; [such as VanSlyke,] The form of the organic electroluminescence device of a conventional technique like the U.S. patent [U.S. patent / of VanSlyke / No. 5,151,629 /; U.S. patent / of Tang etc. / No. 5,294,869 /;] No. 5,294,870 of Tang etc. can also be taken. EL layer consists of the organic hole impregnation and the migration band in contact with an anode plate, and the electron injection and the migration band which form organic hole impregnation, and a migration band and junction. Hole impregnation and a migration band may be formed from a single ingredient or two or more single ingredients, and consist of a hole impregnation layer in contact with the continuous hole moving bed infix between an anode plate, a hole impregnation layer and electron injection, and a migration band. Similarly, electron injection and a migration band may be formed from a single ingredient or two or more ingredients, and consist of an electronic injection layer in contact with the continuous electronic transition layer infix between an anode plate and an electronic injection layer, hole impregnation, and a migration band. A hole, electronic recombination, and luminescence are generated within the electron injection which adjoins junction of electron injection, a migration band and hole impregnation, and a migration band, and a migration band. Although it deposits by vacuum evaporationo typically, it deposits with other conventional techniques again, and deals in the compound which forms an organic electroluminescence layer.

[0030] The organic material which consists of a hole impregnation layer in the desirable example is : [0031] which has the following general formulas.

[Formula 1]

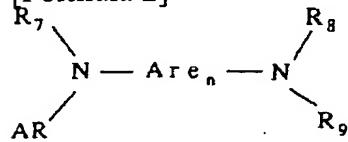


[0032] A metal, a metallic oxide, or the metal halogenides T1 and T2 fill both the partial saturation six membered rings in which N or C-RM expresses hydrogen, or :Q contains alkyl or a substituent like a halogen here. While a desirable alkyl part contains the carbon atom of about 1 to 6, it constitutes an allyl compound part with desirable phenyl.

[0033] In the desirable example, the hole moving bed is an aromatic series tertiary amine. The desirable subclass of an aromatic series tertiary amine is : [0034] containing the tetra-allyl compound diamine which

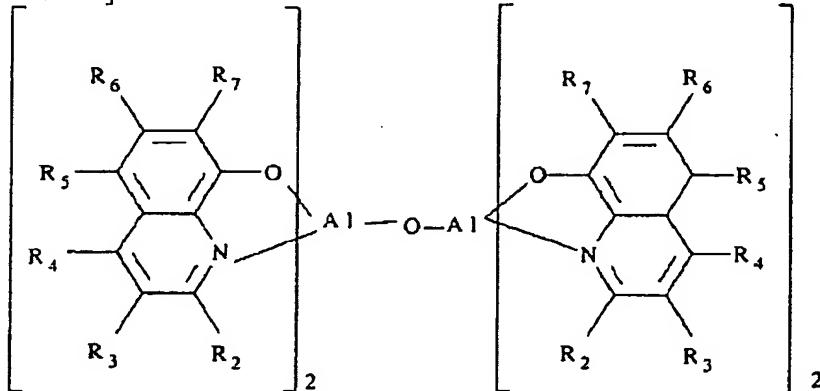
has the following formulas.

[Formula 2]



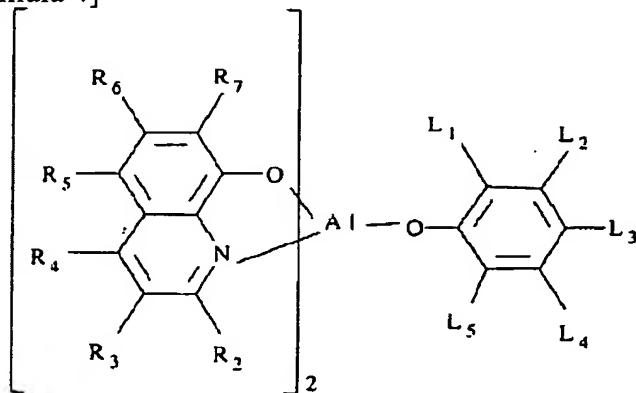
[0035] Are is a propine group here, n is the integer of 1 to 4, and it is Ar, R₇, R₈, and R₉. It is the allyl compound group chosen, respectively. In the desirable example, luminescence, electron injection, and a migration band contain a metal oxy-NOIDO (oxinoid) compound. The desirable example of a metal oxy-NOIDO compound is : [0036] which has the following general formulas.

[Formula 3]



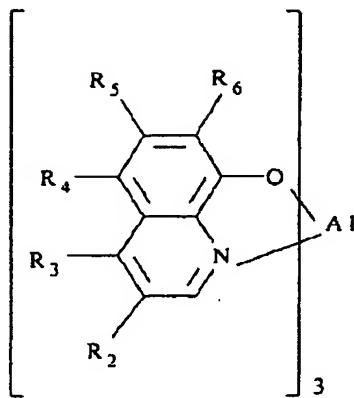
[0037] It is R₂-R₇ here. Replacement possibility is expressed. At other desirable examples, a metal oxy-NOIDO compound is : [0038] which has the following formulas.

[Formula 4]



[0039] here -- R₂-R₇ a definition is given above -- having -- L₁-L₅ -- intensive -- 12 or fewer carbon atoms -- containing -- respectively -- separate -- the hydrogen or the carbohydrate group of a carbon atom of 1 to 12 -- expressing -- L₁ and L₂ -- both -- or both L₂ and L₃ can form the united benzoring. At other desirable examples, a metal oxy-NOIDO compound is : [0040] which has the following formulas.

[Formula 5]



[0041] It is R2-R6 here. Hydrogen or other replacement possibility are expressed. It is only that the above-mentioned example expresses the existing desirable organic material which is only used within an electroluminescence layer. It does not mean that they restrict the visual field of this invention, and, generally this directs an organic electroluminescence layer. An organic electroluminescence ingredient contains the coordination compound which has organic ligand so that the above-mentioned example may show. The TFT-EL device of this invention does not contain a pure inorganic material like ZnS.

[0042] In the next process phase, the EL anode plate 84 is deposited on the front face of a device. Although what kind of conductive ingredient is sufficient as EL anode plate, it is made from the ingredient which has a work function 4eV or less preferably (see the U.S. country patent No. 4885211 of Tang etc.). A low work function ingredient is desirable to an anode plate. It is because they emit an electron easily in an electronic transition layer. Although the metal of the lowest work function is alkali metal, under a certain conditions, the instability in the inside of those air is not practical, and is carrying out those use. Although an anode material is typically deposited by chemical vacuum deposition, other suitable deposition techniques are applicable. It was found out to EL anode plate that especially a desirable ingredient is a 10:1 magnesium:silver alloy (with atomic ratio). An anode plate is preferably applied as a continuation layer covering all the front faces of a display panel. In other examples, EL anode plate consists of a lower layer of the metal of the low work function which adjoined organic electron injection and a migration band, overlays the metal of a low work function and consists of a protective layer which protects the metal of a low work function from oxygen and humidity. A passivation layer is alternatively applied on EL anode plate layer. The anode material is transparent, the cathode material is typically opaque, and this penetrates light through an anode material. However, in the alternative example, rather than an anode plate, light is carried out [cathode] rather and emitted. In this case, cathode is light transmission nature and the anode plate is opaque. Light transmission and the practical balance of technical conductivity are the thickness of the range of five to 25 nm typically.

[0043] The desirable method of manufacturing the thin film transistor by this invention is explained below. on a first stage story, the amorphous silicon film of 2000 **20A thickness does not have a LPCVD system in a silane as reactant gas by the process pressure of 1023mTorr(s) -- it comes out and deposits at 550 degrees C. In order to crystallize the amorphous silicon film on the polycrystal film at this degree, low-temperature annealing is carried out at 550 degrees C in a vacuum for 72 hours. And a polish recon island is SF6 within a plasma reactor. It is formed of etching with the mixture of Freon 12. An active layer is 1000 **20A PECVD on a polish recon island. SiO2 A gate dielectric layer is deposited. a gate dielectric layer -- it deposits within a plasma reactor by the pressure of 0.8Torr(s) in the power level of 200W with the frequency of 450kHz for 18 minutes by 350 degrees C at 5/4 of N2 O/SiH4 ratios.

[0044] In the next phase, an amorphous silicon layer is deposited on a PECVD gate insulating layer, and is changed into polycrystalline silicon using the same conditions as the above to the first phase. A photoresist is applied, and the second polish recon layer is etched so that the self-alignment structure over the continuing ion implant phase may be formed. The second polish recon layer is about 3000A thickness preferably.

[0045] The ion implant is 2X1015/cm2 in order to dope the source, a drain, and a gate field to coincidence. It carries out by doping with arsenic with dosage at 120KeV(s). Activation of a dopant is carried out by 600-degreeC in nitrogen-gas-atmosphere mind for 2 hours. In the next phase, the diacid-ized silicon layer of 5000A thickness deposits in the controlled hypothermia of the conventional technique. An aluminum

contact is formed of physical vacuum evaporationo, and is sintered within formation gas (10%H2 and 90% N2) for 13 minutes at 400 degrees C.

[0046] Finally hydrogen passivation of a thin film transistor is carried out within a electron cyclotron resonance reactor (ECR). ECR hydrogen plasma exposure was performed by the pressure of 1.2×10^{-4} Torr on microwave level 900W and the frequency of 3.5GHz. Hydrogen passivation is made for 15 minutes at the substrate temperature of 300 degrees C. This process produces ***** which has low threshold voltage, efficient carrier mobility, and excellent ON / off ratio.

[0047] : which considers the drive demand to the following TFT-EL panels as an example of the property of this invention -- the number of lines -- = The number of 1000 trains = 1000-pixel dimension = 200micromx200micromEL charging coefficient = 50% frame time = 17ms line quiescent time = 17-microsecond average luminance = 20fLEL pixel current = 0.8microA duty cycle = 100%EL power source = 10v rms -- these drive demands with the property of the following which receives TFT and a storage capacitor Suiting :TFT1 gate voltage = 10V source electrical potential difference = 10V ON state current = 2microA OFF state current = 10-11 ATFT2 gate-voltage = 10V source electrical potential difference = 10V ON state current = 2xEL pixel current = 1.6microA OFF state current = 1nA storage capacitor magnitude = Since the ON state current demand to 1pfTFT1 turns on TFT2 It is large enough, although a storage capacitor is charged in the line quiescent time (17 microseconds) to a suitable electrical potential difference (10V). Since the voltage drop on the capacitor (and TFT2 gate) in a frame period (17ms) is 2% or less, the OFF state current demand to TFT1 is small enough.

[0048] The ON state current over TFT2 is twice the EL pixel current, and is 1.6microA. This twice as many multiplier as this is because the suitable drive current for the amendment to gradual degradation of an organic EL device is permitted with actuation. The OFF state current of TFT2 influences the contrast of a panel. The OFF state current of 1nA offers the ON / office computer trust ratio of 500 times or more between the turned-on EL element and it which is not turned on. The actual contrast ratio of a panel is lower dependent on an environmental lighting factor.

[0049] 400cm² A power demand according to an EL element independent to a full page panel is about 4W. Power = $400\text{cm}^2 \times 10\text{vx}0.001\text{ A/cm}^2$ = This power consumption exceeds 4W of power consumption by TFT. TFT2 produces the substantial power loss in TFT2 for any source-drain voltage drops which cross TFT2 because it is in-series, an EL element and. When the source-drain electrical potential difference of 5 volts is assumed, the total power loss in TFT2 is 2W. The power consumption to TFT1 is presumed not to be larger than 1W to 1000x1000 panel. Power [as opposed to / to a line (gate) drive, required power is dozens of mW order, can ignore, and / a train (source) drive] is 0.5W order (S. refer to Advances in Electronics and Electron Physics of Morozumi, P.W.Hawkes edit, Vol.77, Academic Press, and 1990). The total power consumption to a full page TFT-EL panel is about 7W thus. Actually, mean power consumption is more more small. It is because EL screen is not used 100% on the average.

[0050] The TFT-EL panel of this invention has two important advantages about the power demand to TFT-LCD. The TFT-EL power demand is comparatively independent in the first place for whether it being the multiple color offered with the color ingredient which has the monochrome or same luminescence effectiveness. By contrast, a TFT-LCD color panel requires far high power compared with black and white. It is because a transmission coefficient decreases sharply within the colorized panel by the color filter array. It is must be [a LCD back light] fixed regardless of a screen economic coefficient to the second. On the other hand, it depends for TFT-EL power consumption on this economic coefficient at altitude.

[0051] Mean power consumption is still smaller. It is because it emanates by any predetermined time amount in the application with 100 typical% or less of EL screen. Although this invention is explained to the detail especially with reference to the desirable example, various modification and amelioration are effective at the pneuma of this invention, and within the limits.

[0052]

[Effect of the Invention] : some whose important advantages of the actual panel configuration of the TFT-organic electroluminescence device of this invention and drive arrangement are as follows -- 1 Because is the continuous layer, a chisel decision is made with the display ITO pad relevant to the property magnitude of TFT, and both an organic electroluminescence pad and the anode plate of pixel resolution are independent of the organic compound of an EL cell, or an anode plate by it.

2) An anode plate is continuation and common to all pixels. It does not need patterning to the resolution of a pixel. Therefore, the difficulty which patternizes the anode plate in 2 terminal methods was removed.

3) Since the address and an excitation signal are separated, the number of scanning lines is not restricted any longer by the short line quiescent time in a frame period. Each scanning line operates near the duty factor

100%. High resolution may be used within a display panel, while a majority of scanning lines maintain uniform reinforcement.

4) The dependability of an organic EL device is reinforced. That is because it operates with a duty multiplier 100% on a low current consistency (1 mA/cm²) and an electrical potential difference (5V).

5) IR potential fall which met the bus at the reason using the common anode plate and low current consistency which are needed since an EL element is driven is not remarkable. Therefore, the homogeneity of a panel is not notably influenced with the magnitude of a panel.

[Translation done.]

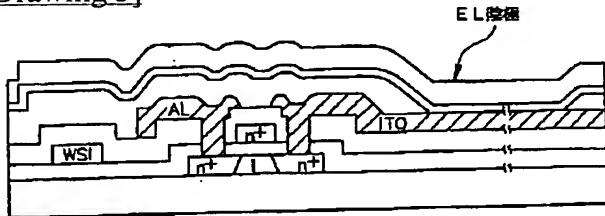
* NOTICES *

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

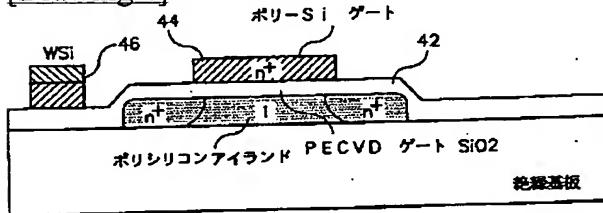
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

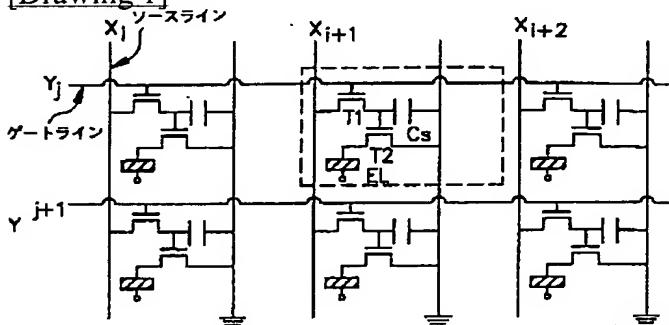
[Drawing 3]



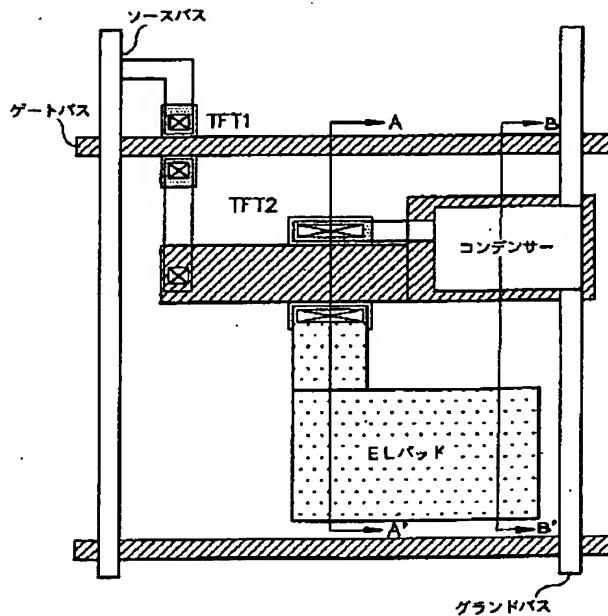
[Drawing 4]



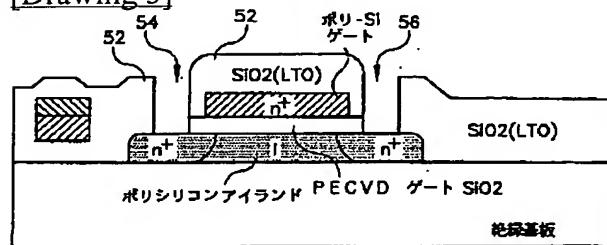
[Drawing 1]



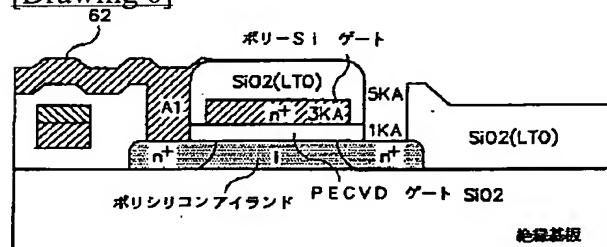
[Drawing 2]



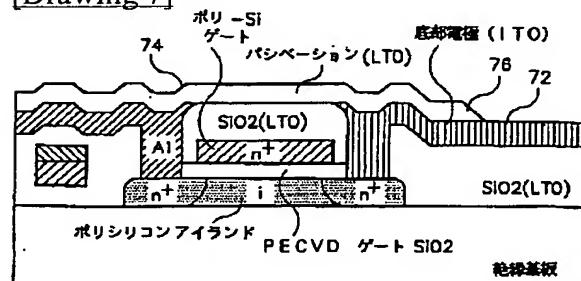
[Drawing 5]



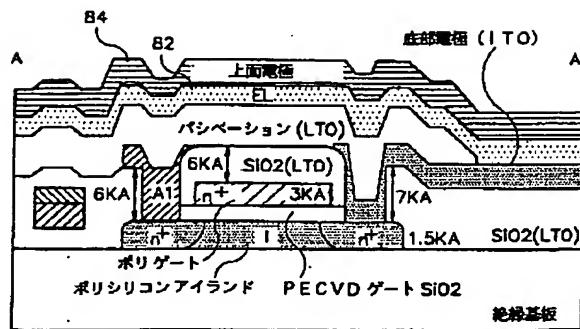
[Drawing 6]



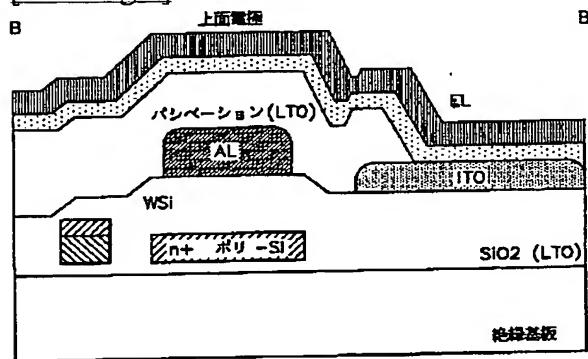
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-241048

(43) 公開日 平成8年(1996)9月17日

(51) Int.Cl.⁶

G 09 F 9/30
H 05 B 33/02

識別記号

3 6 5

序内整理番号

7426-5H

F I

G 09 F 9/30
H 05 B 33/02

技術表示箇所

3 6 5 C

(21) 出願番号

特願平7-323196

(22) 出願日

平成7年(1995)12月12日

(31) 優先権主張番号 3 5 5 7 8 6

(32) 優先日 1994年12月14日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全11頁)

(71) 出願人 590000846

イーストマン コダック カンパニー
アメリカ合衆国、ニューヨーク14650、ロ
ヂエスター、ステイト ストリート343

(72) 発明者 チン ワン タン

アメリカ合衆国 ニューヨーク 14625
ロヂエスター パーク・レーン 176

(72) 発明者 ピエイ チェン セイ

アメリカ合衆国 ニューヨーク 14534
ピツツフォード サドルブルック・ロード
11

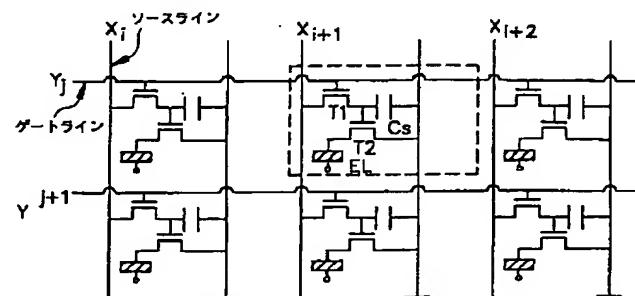
(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネセンス層を有するエレクトロルミネセンスデバイス

(57) 【要約】

【課題】 エレクトロルミネセンス媒体として有機材料を用いる4端子薄膜トランジスタエレクトロルミネセンスデバイスを提供する。

【解決手段】 そのデバイスは2つの薄膜トランジスタとコンデンサとその上に有機エレクトロルミネセンス層が配置されるテーパを有する端を有する開口を有するオーバーレイパッケージ層とからなる。有機エレクトロルミネセンス材料をオーバーレイするのは陰極層であり、これは好ましくは低い仕事関数の材料から作られる連続層である。



(2)

1

【特許請求の範囲】

- 【請求項1】 a) 上面及び底面を有する基板と；
 b) 該基板の上面上に配置され、ソース電極とドレイン電極とゲート誘電体とゲート電極とからなり、該ゲート電極はゲートバスの一部分からなる第一の薄膜トランジスタと；
 c) 該基板の上面上に配置され、ソース電極とドレイン電極とゲート誘電体とゲート電極とからなり、該ゲート電極は該第一の薄膜トランジスタのドレイン電極に電気的に接続される第二の薄膜トランジスタと；
 d) 該基板の上面上に配置され、上部及び底部電極からなるコンデンサと；
 e) 該第二の薄膜トランジスタのドレイン電極に電気的に接続される表示陽極層と；
 f) 該第一及び第二の薄膜トランジスタと該コンデンサとをオーバーレイし、該陽極層上に開口を有し、底端が該陽極層上に上端より更に延在するように該開口でテーパを付けられた端を更に有する誘電パシベーション層と；
 g) 該陽極層の上面上に直接配置され、該パシベーション層により該第一及び第二の薄膜トランジスタと該コンデンサから絶縁される有機エレクトロルミネセンス層と；
 h) 該有機エレクトロルミネセンス層の上面上に直接配置される陰極層と；からなるエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項2】 該第一の薄膜トランジスタのソース電極に電気的に接続されたソースバスと、該コンデンサに電気的に接続され、該ソースバスに平行に位置する接地バスとを更に含む請求項1記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項3】 該陰極は4 eV以下の仕事関数を有する金属からなる請求項2記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】関連する出願の相互参照

Tang等によるアメリカ国特許出願08/355742「TFT-EL Display Panel Using Organic Electroluminescent Media」及びTang等によるアメリカ国特許出願08/355940「A Method of Fabricating a TFT-EL Pixel」は両方とも同時に出願され、その記述をここに引用する。

【0002】

【発明の属する技術分野】 本発明は能動マトリックスアドレッシング要素としての薄膜トランジスタ(TFT)と放射媒体として有機エレクトロルミネセンス薄膜とを用いたエレクトロルミネセンスデバイス(例えば画素)に関する。

2

【0003】

【従来の技術】 フラットパネル表示器(FPD)技術の急速な発展は高品質大領域、フルカラー、高解像度表示器を可能にした。これらの表示器はラップトップコンピュータやポケットTVのような電子製品での新たな応用を可能にした。これらのFPD技術の中で液晶表示器(LCD)は市場での表示器の選択として出現した。それはまた他のFPD技術が比較される技術標準を設定した。LCDパネルの例は以下を含む：(1)ワークステーション用の14", 16-カラーLCDパネル(IBMと東芝、1989年)(K. Ichikawa, S. Suzuki, H. Matano, T. Aoki, T. Higuchi, Y. Oano等によるSID Digest, 226(1989)を参照)、(2)6"フルカラーLCD-TV(フィリップス、1987年)(M. J. Powell, J. A. Chapman, A. G. Knapp, I. D. French, J. R. Hughes, A. D. Pearson, M. Allinson, M. J. Edwards, R. A. Ford, M. C. Hemmings, O. F. Hill, D. H. Nicholls, N. K. Wright等によるProceeding, International Display Conference, 63, 1987を参照)、(3)4"フルカラーLCD-TV(モデルLQ424A01)(model LQ424A01用のSharp Corporation Technical Literatureを参照)、(4)1メガ画素カラーTFT-LCD(ゼネラルエレクトリック)(D. E. Castleberry, G. E. PossinによるSID Digest, 232(1988)を参照)。特許及び出版物を含む全ての参考文献は以下で完全に再現されるようにここに引用する。

【0004】 これらのLCDパネル内の共通の特徴は能動アドレッシング方式で薄膜トランジスタ(TFT)の使用であり、これは直接アドレッシング(S. MorozumiによるAdvances in Electronics and Electron Physics, P. W. Hawkes編集, Vol. 77, Academic Press 1990を参照)の制限を緩和する。LCD技術の成功は大領域TFT(主にアモルファスシリコンTFT)の製造の急速な進歩によることが大部分である。TFTスイッチング特性と電子光学LCD表示要素との間のほとんど理想的な適合はまたキーとしての役割を果たす。

【0005】 TFT-LCDパネルの主な欠点は明るいバックライトが必要なことである。これはTFT-LCDの透過係数が、特にカラーパネルで小さいためである。典型的には透過係数は約2-3パーセントである(S. MorozumiによるAdvances in

(3)

3

Electronics and Electron Physics, P. W. Hawkes編集, Vol. 77, Academic Press 1990を参照)。バックライト付きのTFT-LCDパネルに対する電力消費はかなりのものであり、バッテリー作動を必要とする携帯型表示器の応用に対して逆行するように影響する。

【0006】バックライトの必要性はまたフラットパネルの小型化を損なう。例えばパネルの深さはバックライトユニットを収納するために増加されなければならない。典型的な管状の冷陰極ランプを用いると、付加的な深さは約3/4から1インチである。バックライトはまたFPDに余計な重さを加える。上記の制限に対する理想的な解決はバックライトの必要を除去する低電力放射表示器である。特に魅力的な候補は薄膜トランジスタエレクトロルミネセンス(TFT-EL)表示器である。TFT-EL表示器ではそれぞれの画素は光を放射するようアドレスされ、補助のバックライトは必要でない。TFT-EL方式はFischerにより1971年に提案された(A. G. FischerによるIEEE Trans. Electron Devices, 802(971)を参照)。Fischerの方式の粉末化されたZnSはEL媒体として用いられている。

【0007】1975年に成功したプロトタイプのTFT-ELパネル(6")はZnSをEL要素として、CdSeをTFT材料として用いるBrody等により作られたと報告された(T. P. Brody, F. C. Luo, A. P. Szepesi, D. H. Davies等によるIEEE Trans. Electron Devices, 22, 739(1975)を参照)。ZnS-ELが百ボルト以上の高駆動電圧を必要とするのでスイッチングCdSe TFT要素はそのような高電圧振動を扱うよう設計されねばならない。それで高電圧TFTの信頼性は疑わしくなった。究極的にはZnSに基づくTFT-ELはTFT-LCDとの競争に成功しなかった。TFT-EL技術を記載するアメリカ国特許は以下の通りである: 第3807037号、第3885196号、第3913090号、第4006383号、第4042854号、第4523189号、第4602192号。

【0008】近年有機EL材料はデバイス化されてきた。これらの材料はそれ自体をTFT-ELデバイス内の表示媒体に対する候補として示唆する(C. W. Tang, S. A. Van SlykeによるAppl. Phys. Lett., 51, 913(1987)及びC. W. Tang, S. A. Van Slyke, C. H. ChenによるJ. Appl. Phys., 65, 3610(1989)を参照)。有機EL媒体は2つの重要な利点を有する: それらはより高い効率を有する; それらは低い電圧要求を有する。後者の特性は他の薄膜放射デ

4

バイスと異なる。ELが有機材料であるTFT-ELデバイスの開示は以下のようである: アメリカ国特許第5,073,446号, 第5,047,687号, 第5,059,861号; 第5,294,870号, 第5,151,629号, 第5,276,380号, 第5,061,569号, 第4,720,432号, 第4,539,507号, 第5,150,006号, 第4,950,950号, 第4,356,429号。

【0009】TFTに対してそれを理想的にする有機EL材料の特定の特性は以下のように要約される:

1) 低電圧駆動。典型的には有機ELセルは光出力レベルとセルインピーダンスに依存して4から10ボルトの範囲の電圧を要する。約20fLの輝度を作るために要求される電圧は約5ボルトである。この低電圧は高電圧TFTに対する要求が除去される故にTFT-ELパネルに対して非常に魅力的である。更にまた有機ELセルはDC又はACにより駆動されうる。結果として駆動回路はより複雑でなく、より高価でない。

2) 高効率。有機ELセルの蛍光効率はワット当たり4ルーメンの高さである。20fLの輝度を作るためにELセルを駆動する電流密度は約1mA/cm²である。100%デューティの励起を仮定すると400cm²のフルページパネルを駆動するために必要な電力は約2.0ワットにすぎない。電力要求はフラットパネル表示器の携帯性基準に確かに合致する。

3) 低温度での製造。有機ELデバイスは概略室温で製造されうる。これは高温(>300度C)プロセスを要求する無機放射デバイスに比べて顕著な利点である。無機ELデバイスを作るために要求される高温プロセスはTFTとは両立しない。

【0010】有機ELパネルに対する最も簡単な駆動は2組の直交する電極(行と列)間にサンドイッチされた有機表示媒体を有することである。この2端子方式ではEL素子は表示器とスイッチング機能の両方を提供する。有機EL素子のダイオードのような非線形電流-電圧特性は原理的にはアドレッシングのこのモードで高い度合いの多重化を許容する。しかしながら有機ELに関する2端子方式の有用性を制限する大きな要因が幾つかある:

4) メモリの欠如。有機ELの立ち上がり、立ち下がり時間は非常に速く、マイクロ秒のオーダーであり、それは真性(intrinsic)メモリを有さない。斯くて直接アドレッシング方法を用いて、選択された列のEL素子はパネル内のスキャン列の数に比例する瞬間の輝度を生ずるよう駆動されなければならない。パネルの大きさに依存してこの瞬間の輝度は達成するのが困難である。例えば1/60秒のフレームレートで動作する1000スキャン列のパネルを考えてみる。列当たりの許容されうる休止時間は17μsである。例えば20F1の時間平均された輝度を得るために列休止時間中の

(4)

5

瞬間輝度は千倍高くなければならず、すなわち 2000 0 F 1 であり、これは約 $1 \text{ A} / \text{cm}^2$ の高電流密度と約 15-20 ボルトの電圧で有機 EL セルを動作することによってのみ得られる極端な輝度である。このような極端な駆動条件の下でのセル動作の長期間の信頼性は疑わしい。

2) 均一性。EL 素子により要求される電流は行と列のバスを介して供給される。瞬時の高電流故にこれらのバスに沿った IR 電位の降下は EL 駆動電圧と比較して顕著ではない。EL の輝度-電圧特性は非線形である故に、バスに沿った電位の変化は不均一な光出力を生ずる。

【0011】 $200 \mu \times 200 \mu$ の画素ピッチを有し、0, 5 の動作/実効領域比の 1000 行と 1000 列を有するパネルを考える。列電極が 10 オーム/平方シート (Ω/\square) の抵抗のインジウム錫酸化物 (ITO) であると仮定すると全体の ITO バスラインの抵抗は少なくとも 10000 オームである。 $800 \mu \text{A}$ ($2 \text{ A}/\text{cm}^2$) の瞬間画素電流に対するこのバスラインに沿った IR 降下は 8 ボルト以上である。一定の電流源が駆動方式内に設けられることなしに ITO バスに沿ったそのような大きな電位降下はパネル内で許容できない不均一な光放射を引き起こす。どのような場合でもバス内の抵抗電力損失は無駄である。類似の解析は休止時間中に画素の行全体へ運ばれた全電流、即ち 1000 列のパネルに対して 0.8 A を搬送する付加的な負荷を有する行電極バスに対してなされうる。シート抵抗が約 0.028 オーム/平方の $1 \mu \text{m}$ 厚さのアルミニウムバスの棒を仮定すると得られた IR 降下は約 11 ボルトであり、これはまた許容され得ない。

3) 電極パターン化。陽極-インジウム錫酸化物の直交電極の一つの組は従来技術のフォトリソグラフィの方法でパターン化されうる。しかしながら電極の他の組のパターン化は特に有機 EL に対して大きな困難が現れる。陽極は 4 eV より小さい仕事関数を有する金属で作られねばならず、好ましくは銀又はアルミニウムのような他の金属と合金されたマグネシウムである (Tang 等によるアメリカ国特許第 4 8 85432 号を参照)。有機層の上面に堆積されたマグネシウムに基づいた合金の陽極はフォトトレジストを含むどのような従来技術の手段によっても容易にはパターン化され得ない。EL セル上に有機溶剤からフォトトレジストを適用するプロセスはマグネシウムに基づく合金層の下の溶解する有機層に有害に影響する。これは基板から有機層の層間剥離を引き起こす。

【0012】他の困難は湿度に対する陽極の極度の敏感さである。フォトトレジストが EL セルの有機層を攪乱することなくうまく適用され、展開されたとしても、酸性溶液中のマグネシウムに基づく合金の陽極をエッティングするプロセスは陽極を酸化し、黒い点を作りやすい。

6

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は有機材料が EL 媒体として用いられる能動マトリックス 4 端子 TFT-EL デバイスを提供する。

【0014】

【課題を解決するための手段】そのデバイスは基板上に配置された 2 つの TFT と記憶コンデンサと光放射有機 EL パッドとからなる。EL パッドは第二の TFT のドレインに電気的に接続される。第一の TFT は第二の TFT のゲート電極に電気的に接続され、これは次にコンデンサに電気的に接続され、それにより励起信号に続いて第二の TFT が信号間で EL パッドに対して一定に近い電流を供給することを可能にする。本発明の TFT-EL デバイスは典型的にはフラットパネル表示器内で形成される画素であり、好ましくは EL 陽極が画素全てを横切る連続した層である。

【0015】本発明の TFT- 有機 EL デバイスは以下に示すような他段階プロセスで形成される：第一の薄膜トランジスタ (TFT1) は基板の上面に配置される。TFT1 はソース電極とドレイン電極とゲート誘電体とゲート電極とからなり；ゲート電極はゲートバスの部分からなる。TFT1 のソース電極は電気的にソースバスと接続される。

【0016】第二の薄膜トランジスタ (TFT2) はまた基板の上面に配置され、TFT2 はまたソース電極とドレイン電極とゲート誘電体とゲート電極とからなる。TFT2 のゲート電極は第一の薄膜トランジスタのドレイン電極と電気的に接続される。記憶コンデンサはまた基板の上面に配置される。動作中にこのコンデンサは TFT1 を介して励起信号ソースから充電され、休止時間中に TFT2 のゲート電極に一定に近い電位を供給するために放電する。

【0017】陽極層は TFT2 のドレイン電極に電気的に接続される。基板を通して光が放射される典型的な応用では表示器はインジウム錫酸化物のような透明な材料である。誘電パシベーション層は少なくとも TFT1 のソース上に、好ましくはデバイスの表面全体上に堆積される。誘電パシベーション層は表示アノード上に開口を設けるためにエッティングされる。

【0018】有機エレクトロルミネセンス層はアノード層の上面に直接配置される。続いてカソード層は有機エレクトロルミネセンス層の上面に直接堆積される。好ましい実施例では本発明の TFT-EL デバイスは低温 (即ち 600 度 C 以下) 結晶化及びアニーリング段階、水素パシベーション、及び従来技術のパターン技術と結合されて低圧及びプラズマ増強化学蒸着を用いる方法により作られる。

【0019】薄膜トランジスタは好ましくは以下の多段階プロセスにより同時に形成される：多結晶シリコンアーランド内にパターン化されたシリコンを堆積し；二酸

(5)

7

化シリコングート電極を化学蒸着し；イオンインプラントの後でソース、ドレイン、ゲート電極はエッチ薄膜トランジスタ上に形成されるよう自己整列されたゲート電極を形成するためにパターン化される他の多結晶シリコン層を堆積する。

【0020】多結晶シリコン及び二酸化シリコンからなる薄膜トランジスタを有する画素の構成はデバイス性能、安定性、再現性、他のTFT上でのプロセス効率の向上をもたらす。比較するとCdSe及びアモルファスシリコンからなるTFTは低易動度と閾値ドリフトの影響を被る。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は能動マトリックス4端子TFT-ELEDデバイスの概略図を示す。各画素の素子は2つのTFTと記憶コンデンサとEL素子とを含む。4端子方式の主な特徴はEL励起信号からのアドレッシング信号を分離する能力である。EL素子は論理TFT(T1)を介して選択され、EL素子に対する励起電力は電力TFT(T2)により制御される。記憶コンデンサはそれがいったん選択されたアドレスされたEL素子に励起電力を留めることを可能にする。斯くして回路はEL素子がアドレッシングに対して割り当てられた時間を無視して100%に近いデュティサイクルで動作することを許容する。

【0022】本発明のエレクトロルミネセンスデバイスの構造は図2、3に示される。このデバイスの基板は絶縁及び好ましくは水晶又は低温度ガラスのような透明材料である。本明細書で用いられる透明という用語は表示デバイスで実際的な使用に対して充分な光を透過する部品を意味する。例えば所望の周波数範囲で50%以上の光を透過する部品は透明と考えられる。低温度ガラスという用語は約600度C以上の温度で融解又は歪むガラスをいう。

【0023】図2に示されるTFT-ELデバイスではTFT1はソースバス(列電極)をデータラインとして及びゲートバス(行電極)をデータラインとして有する論理トランジスタである。TFT2はEL素子と直列のEL電力トランジスタである。記憶コンデンサはTFT1と直列である。EL素子の陽極はTFT2のドレインに接続される。

【0024】図2のTFT-ELの構成は図3から9の断面図に示される。図3から8に示される断面図は図2の線A-A'に沿ったものである。図9に示される断面図は図2の線B-B'に沿ったものである。第一のプロセス段階でポリシリコン層は透明で絶縁性の基板にわたり堆積され、ポリシリコン層はフォトリソグラフィによりアイランドにパターン化される(図4を参照)。基板は水晶のような結晶材料であるが、好ましくは低温度ガラスのようなより高価でない材料である。ガラス基板が用いられるときにはTFT-ELの製造全体がガラスの

(5)

8

溶融又は歪みを回避し、能動領域内にドーパントの外側拡散(out-diffusion)を回避するために低プロセス温度で実施される。斯くしてガラス基板に対して全ての製造段階は1000°C以下、好ましくは600°C以下でなされなければならない。

【0025】次に絶縁ゲート材料42がポリシリコンアiland上及び絶縁基板の表面にわたり堆積される。絶縁材料は好ましくはプラズマ増強CVD(PECVD)又は低圧CVD(LPCVD)のような化学蒸着(CVD)により堆積される二酸化シリコンである。好ましくはゲート酸化物絶縁層は約1000オングストロームの厚さである。

【0026】次の段階でシリコン44の層はゲート絶縁層上に堆積され、イオンインプラント後にソースとドレイン領域はポリシリコン領域内に形成されるようにポリシリコンアiland上にフォトリソグラフィすることによりパターン化される。ゲート電極材料は好ましくはアモルファスシリコンから形成されたポリシリコンである。イオンインプラントは好ましくは砒素であるN型ドーパントで導電化される。ポリシリコングート電極はまたコンデンサーの底部電極として供される(図9を参照)。本発明の好ましい実施例では薄膜トランジスタは二重(double)ゲート構造を用いていない。斯くして製造はより複雑でなく、より高価でない。ゲートバス46は絶縁層上で適用され、パターン化される。ゲートバスは好ましくは珪素化タンゲステン(WSi₂)のような金属珪素化物である。

【0027】次の段階では好ましくは二酸化シリコンである絶縁層はデバイスの表面全体にわたり適用される。接触孔54、56は第二の絶縁層内で切削され(図5を参照)、電極材料は薄膜トランジスタと接点を形成するよう適用される(図6、7を参照)。TFT2のソース領域に付けられた電極材料62はコンデンサの上面電極をまた形成する(図9を参照)。ソースバス及び接地バスはまた第二の絶縁層上に形成される(図2を参照)。透明電極材料72はTFT2のドレイン領域と接触し、好ましくはITOであり、これは有機エレクトロルミネセンス材料に対して陽極として設けられる。

【0028】次の段階では好ましくは二酸化シリコンである絶縁材料のパシベーション層74はデバイスの表面上に堆積される。パシベーション層はテーパ化された端76を離れたITOからエッチングされ、これは統一して適用される有機エレクトロルミネセンス層の接着を改善するよう供される。テーパ付端は信頼しうるデバイスを製造するために必要である。何故ならば本発明は典型的には150から200nmの厚さの比較的薄い有機EL層を用いているからである。パシベーション層は典型的には約0.5から約1ミクロン厚である。斯くしてパシベーション層の端が陽極層に関して垂直又は鋭角を形成する場合には欠陥が有機EL層内の不連続により発生し

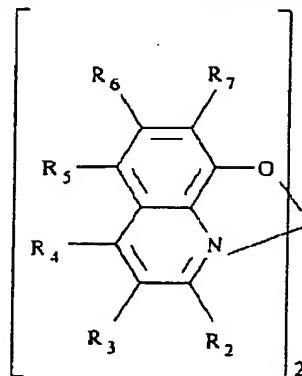
(6)

9

やすい。欠陥を防止するためにパシベーション層はテープ付端を有さねばならない。好ましくはパシベーション層は陽極層に関して10度から30度の角度でテープを付けられる。

【0029】有機エレクトロルミネセンス層82はパシベーション層上及びEL陽極層上に堆積される。本発明の有機ELでの材料は、その開示は参考として引用される(ScozzafavaのEPA 349, 265 (1990); Tangのアメリカ特許第4, 356, 429号; Van Slyke等のアメリカ特許第4, 539, 507号; Van Slyke等のアメリカ特許第4, 720, 432; Tang等のアメリカ特許第4, 769, 292号; Tang等のアメリカ特許第4, 885, 211号; Perry等のアメリカ特許第4, 950, 950; Littman等のアメリカ特許第5, 059, 861号; Van Slykeのアメリカ特許第5, 047, 687号; Scozzafava等のアメリカ特許第5, 073, 446号; Van Slyke等のアメリカ特許第5, 059, 862号; Van Slyke等のアメリカ特許第5, 061, 617号; Van Slykeのアメリカ特許第5, 151, 629号; Tang等のアメリカ特許第5, 294, 869号; Tang等のアメリカ特許第5, 294, 870号)のような従来技術の有機ELデバイスの形をも取りうる。EL層は陽極と接触する有機ホール注入及び移動帯と、有機ホール注入及び移動帯と接合を形成する電子注入及び移動帯とからなる。ホール注入及び移動帯は単一の材料又は複数の材料から形成され、陽極及び、ホール注入層と電子注入及び移動帯の間に介装される連続的なホール移動層と接觸するホール注入層からなる。同様に電子注入及び移動帯は単一材料又は複数の材料から形成され、陽極及び、電子注入層とホール注入及び移動帯の間に介装される連続的な電子移動層と接觸する電子注入層からなる。ホールと電子の再結合とルミネセンスは電子注入及び移動帯とホール注入及び移動帯の接合に隣接する電子注入及び移動帯内で発生する。有機EL層を形成する化合物は典型的には蒸着により堆積されるが、他の従来技術によりまた堆積されうる。

【0030】好ましい実施例ではホール注入層からなる*

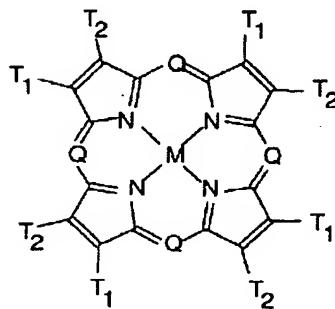


(10)

*有機材料は以下のような一般的な式を有する：

【0031】

【化1】



【0032】ここで：

QはN又はC-R

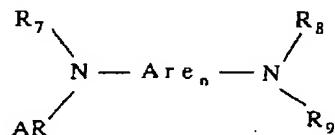
Mは金属、金属酸化物、又は金属ハロゲン化物

T1、T2は水素を表すか又はアルキル又はハロゲンのような置換基を含む不飽和六員環を共に満たす。好ましいアルキル部分は約1から6の炭素原子を含む一方でフェニルは好ましいアリル部分を構成する。

【0033】好ましい実施例ではホール移動層は芳香族第三アミンである。芳香族第三アミンの好ましいサブクラスは以下の式を有するテトラアリルジアミンを含む：

【0034】

【化2】

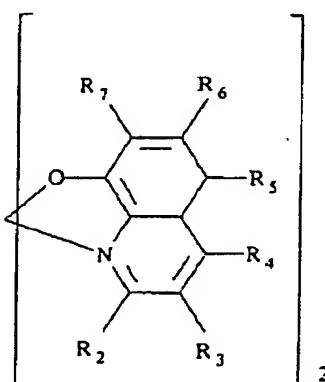


30

【0035】ここでArenはアリレン群であり、nは1から4の整数であり、Aren, R7, R8, R9はそれぞれ選択されたアリル群である。好ましい実施例ではルミネセンス、電子注入及び移動帯は金属オキシノイド(oxyノイド)化合物を含む。金属オキシノイド化合物の好ましい例は以下の一般的な式を有する：

【0036】

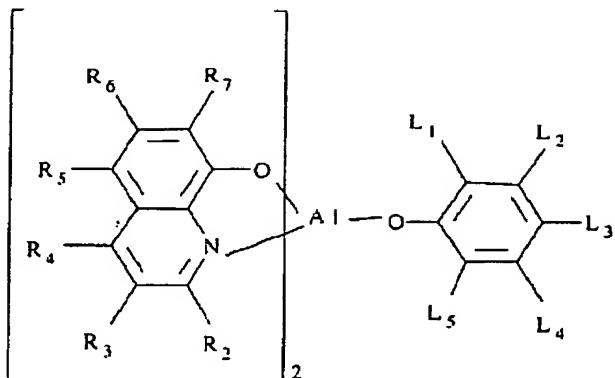
【化3】



(7)

11

【0037】ここでR₂ - R₇ は置き換え可能性を表す。他の好ましい実施例では金属オキシノイド化合物は以下の式を有する：



12

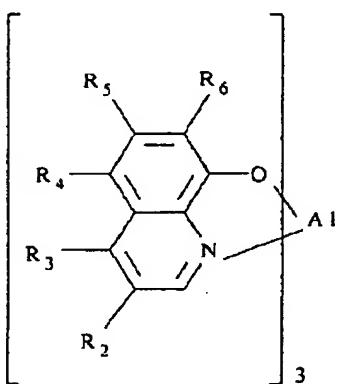
* 【0038】
【化4】

*

【0039】ここでR₂ - R₇ は上記で定義されたものであり、L₁ - L₅ は集中的に1-2又はより少ない炭素原子を含み、それぞれ別々に1から1-2の炭素原子の水素又は炭水化物群を表し、L₁、L₂は共に、又はL₂、L₃は共に連合されたベンゾ環を形成しうる。他の※

※好ましい実施例では金属オキシノイド化合物は以下の式を有する：

【0040】
【化5】



【0041】ここでR₂ - R₆ は水素又は他の置き換え可能性を表す。上記例は単にエレクトロルミネセンス層内で用いられるある好ましい有機材料を表すのみである。それらは本発明の視野を制限することを意図するものではなく、これは一般に有機エレクトロルミネセンス層を指示するものである。上記例からわかるように有機EL材料は有機リガンドを有する配位化合物を含む。本発明のTFT-ELデバイスはZnSのような純粋な無機材料を含まない。

【0042】次のプロセス段階ではEL陽極84はデバイスの表面上に堆積される。EL陽極はどのような導電性の材料でも良いが、好ましくは4eV以下の仕事関数を有する材料で作られる (Tang等のアメリカ国特許第4885211号を参照)。低い仕事関数材料は陽極に好ましい。何故ならばそれらは電子移動層内に容易に電子を放出するからである。最も低い仕事関数の金属はアルカリ金属であるが、しかしながらそれらの空気中の不安定性はそれらの使用をある条件下で実際的でなくしている。陽極材料は典型的には化学蒸着により堆積さ

れるが、他の適切堆積技術も適用可能である。EL陽極に対して特に好ましい材料は10:1(原子比で)マグネシウム:銀合金であることが見いだされた。好ましくは陽極は表示パネルの全表面にわたる連続層として適用される。他の実施例ではEL陽極は有機電子注入及び移動帯に隣接した低い仕事関数の金属のより低い層からなり、低い仕事関数の金属をオーバーレイし、低い仕事関数の金属を酸素及び湿度から保護する保護層とからなる。選択的にパシベーション層はEL陽極層上に適用さ

れる。典型的には陽極材料は透明であり、陰極材料は不透明であり、それにより光は陽極材料を通して透過する。しかしながら代替実施例では光は陽極よりもむしろ陰極を等して放射される。この場合には陰極は光透過性であり、陽極は不透明である。光透過と技術的伝導性の実際的なバランスは典型的には5-25nmの範囲の厚さである。

【0043】本発明による薄膜トランジスタを製造する好ましい方法を以下に説明する。第一段階では2000±20オングストローム厚さのアモルファスシリコン膜

(8)

13

は 1023 m Torr のプロセス圧力で反応性ガスとしてシランと共に LPCVD システムないで 550 度 C で堆積される。この次にアモルファスシリコン膜を多結晶膜に結晶化するために真空中で 550 度 C で 72 時間低温アニールする。それからポリシリコンアイランドはプラズマ反応器内で SF₆ とフレオン 12 の混合物と共にエッチングにより形成される。ポリシリコンアイランド上で能動層は 1000 ± 20 オングストローム PECVD SiO₂ ゲート誘電層を堆積される。ゲート誘電層は 350 度 C で 18 分間 450 kHz の周波数で 200 W の電力レベルで 0.8 Torr の圧力でプラズマ反応器内で 5/4 の N₂O/SiH₄ 比で堆積される。

【0044】次の段階ではアモルファスシリコン層は PECVD ゲート絶縁層上に堆積され、第一の段階に対する上記と同じ条件を用いて多結晶シリコンに変換される。フォトレジストは適用され、第二のポリシリコン層は続くイオンインプラント段階に対する自己整列構造を形成するようエッチングされる。第二のポリシリコン層は好ましくは約 3000 オングストローム厚さである。

【0045】イオンインプラントはソース、ドレイン、ゲート領域を同時にドープするために 2 × 10¹⁵ / cm² の線量で 120 KeV で砒素でドーピングすることにより実施される。ドーパントの活性化は窒素雰囲気中で 600° C で 2 時間実施される。次の段階では 5000 オングストローム厚さの二酸化シリコン層が従来技術の低温法で堆積される。アルミニウム接点は物理的蒸着により形成され、400 度 C で 13 分間形成ガス (10% H₂, 90% N₂) 内で焼結される。

【0046】最終的に薄膜トランジスタの水素パシベーションは電子サイクロトロン共鳴反応器 (ECR) 内で実施される。ECR 水素プラズマ露出はマイクロ波レベル 900 W、周波数 3.5 GHz で 1.2 × 10⁻⁴ Torr の圧力でおこなわれた。水素パシベーションは 300 度 C の基板温度で 15 分間なされる。この過程は低閾値電圧と高効率キャリア移動度と優秀なオン/オフ比を有する薄膜トランジスタでを生ずる。

【0047】本発明の特性の例として以下の TFT-EEL パネルに対する駆動要求を考える：

| | |
|----------|-------------------|
| 行の数 | = 1000 |
| 列の数 | = 1000 |
| 画素寸法 | = 200 μm × 200 μm |
| EEL 充填係数 | = 50% |
| フレーム時間 | = 17 ms |
| 行休止時間 | = 17 μs |
| 平均輝度 | = 20 fL |
| EEL 画素電流 | = 0.8 μA |
| デュティサイクル | = 100% |
| EEL 電力源 | = 10 V rms |

これらの駆動要求は TFT 及び記憶コンデンサに対する以下の特性により適合される：

14

TFT 1

| | |
|-------|-----------------------|
| ゲート電圧 | = 10 V |
| ソース電圧 | = 10 V |
| オン電流 | = 2 μA |
| オフ電流 | = 10 ⁻¹¹ A |

TFT 2

| | |
|-------|----------------|
| ゲート電圧 | = 10 V |
| ソース電圧 | = 10 V |
| オン電流 | = 2 × EEL 画素電流 |

10 = 1.6 μA

| | |
|------|--------|
| オフ電流 | = 1 nA |
|------|--------|

記憶コンデンサ

| | |
|-----|--------|
| 大きさ | = 1 pF |
|-----|--------|

TFT 1 に対するオン電流要求は TFT 2 をオンするために適切な電圧 (10 V) に対して行休止時間 (17 μs) 中に記憶コンデンサを充電するのに充分大きいことである。TFT 1 に対するオフ電流要求はフレーム期間 (17 ms) 中のコンデンサ (及び TFT 2 ゲート) 上の電圧降下が 2% 以下であるために充分小さいことである。

【0048】TFT 2 に対するオン電流は EEL 画素電流の 2 倍であり、1.6 μA である。この 2 倍の係数は動作と共に有機 EEL 素子の徐々の劣化に対する補正のための適切な駆動電流を許容するためである。TFT 2 のオフ電流はパネルのコントラストに影響する。1 nA のオフ電流は点灯された EEL 素子と点灯されないそれとの間の 500 倍以上のオン/オフコントラスト比を提供する。パネルの実際のコントラスト比はより低く環境照明要因に依存する。

【0049】400 cm² のフルページパネルに対して EEL 素子単独による電力要求は約 4 ワットである。

| | |
|----|--|
| 電力 | = 400 cm ² × 10 V × 0.001 A / cm ² |
| | = 4 ワット |

この電力消費は TFT による電力消費を越える。TFT 2 は EEL 素子と直列である故に TFT 2 を横切るどのようなソース-ドレイン電圧降下も TFT 2 内の実質的な電力損失を生ずる。5 ボルトのソース-ドレイン電圧を仮定すると、TFT 2 での全電力損失は 2 ワットである。TFT 1 に対する電力消費は 1000 × 1000 パネルに対して 1 ワットより大きくないように推定される。行 (ゲート) 駆動に対して必要な電力は数十ミリワットのオーダーであって無視可能であり、列 (ソース) 駆動に対する電力は 0.5 ワットのオーダーである (S. Morozumi の Advances in Electronics and Electron Physics, P. W. Hawkes 編集, Vol. 77, Academic Press, 1990 を参照)。斯くてフルページ TFT-EEL パネルに対する全電力消費は約 7 ワットである。現実的には平均電力消

50

(9)

15

費はもっとより小さい。何故ならばELスクリーンは平均的には100%使用されないからである。

【0050】本発明のTFT-ELパネルはTFT-LCDに対する電力要求に関して2つの重要な利点を有する。第一にTFT-EL電力要求は白黒又は同様なルミネセンス効率を有するカラー材料で供される多色であるかに比較的独立である。対照的にTFT-LCDカラーパネルは白黒に比べてはるかに高い電力を要求する。何故ならば透過係数はカラーフィルター配列によるカラー化されたパネル内で大幅に減少するからである。第二にLCDバックライトはスクリーン利用係数に無関係に一定でなければならないことである。これに対してTFT-EL電力消費はこの利用係数に高度に依存する。

【0051】平均電力消費は更に小さい。何故ならばELスクリーンの100%以下は典型的な応用ではどのような所定の時間でも放射するからである。本発明は好ましい実施例を特に参照して詳細に説明されているが種々の変更及び改良は本発明の精神及び範囲内で有効である。

【0052】

【発明の効果】本発明のTFT-有機ELデバイスの実際のパネル構成と駆動配置の幾つかの重要な利点は以下の通りである：

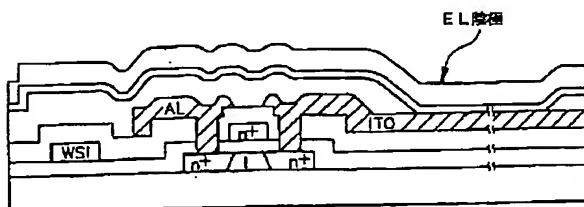
1) 有機ELパッドと陽極の両方は連続した層である故に画素解像度はTFTの特性大きさと関連した表示ITOパッドによりのみ決定され、ELセルの有機化合物又は陽極と独立である。

2) 陽極は連続であり、全ての画素に共通である。それは画素の解像力に対してパターン化を必要としない。故に2端子方式での陽極をパターン化する困難は除去された。

3) スキャン行の数はアドレス及び励起信号が分離されるのでフレーム周期内の短い行休止時間によりもはや制限されない。各スキャン行は100%デューティ係数の近くで動作される。高解像度はスキャン行の多数が均一な強度を維持する間に表示パネル内で用いられ得る。

4) 有機EL素子の信頼性は増強される。何故ならばそれは100%デューティ係数で低電流密度(1mA/cm²)及び電圧(5V)で動作するからである。

【図3】



16

5) EL素子を駆動するために必要とされる共通陽極と低電流密度を用いる故にバスに沿ったIR電位低下は顕著ではない。故にパネルの均一性はパネルの大きさにより顕著に影響されない。

【図面の簡単な説明】

【図1】能動マトリックス4端子TFT-ELデバイスの概略図を示す。

【図2】本発明の4端子TFT-ELデバイスの平面図である。

10 【図3】図2の線A-A'に沿った断面図である。

【図4】イオンインプレントに対する自己整列TFT構造を形成するプロセスを示す線A-A'に沿った断面図である。

【図5】薄膜トランジスタのソースとドレイン領域に対するパシベーション酸化層の堆積と接触切断を開口するプロセス段階を示す線A-A'に沿った断面図である。

【図6】アルミニウム電極の堆積を示す線A-A'に沿った断面図である。

【図7】表示陽極と表示陽極の表面から部分的にエッチングされたパシベーション層との堆積を示す線A-A'に沿った断面図である。

【図8】エレクトロルミネセンスと陽極の堆積の段階を示す線A-A'に沿った断面図である。

【図9】図2の線B-B'に沿った断面図である。

【符号の説明】

T₁, T₂ 薄膜トランジスタ

C_S コンデンサー

EL エレクトロルミネセンス層

42 ゲート材料

30 44 シリコン層

46 ゲートバス

52 絶縁層

54, 56 接触孔

62, 72 電極材料

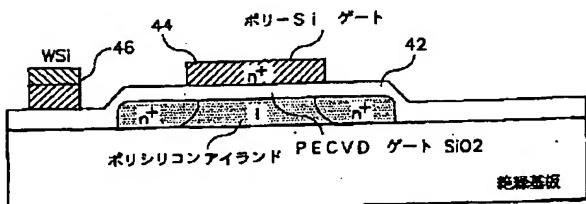
74 パシベーション層

76 テーパ付端

82 EL層

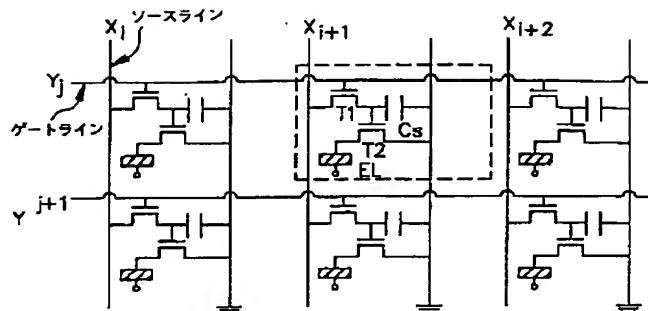
84 EL陰極

【図4】

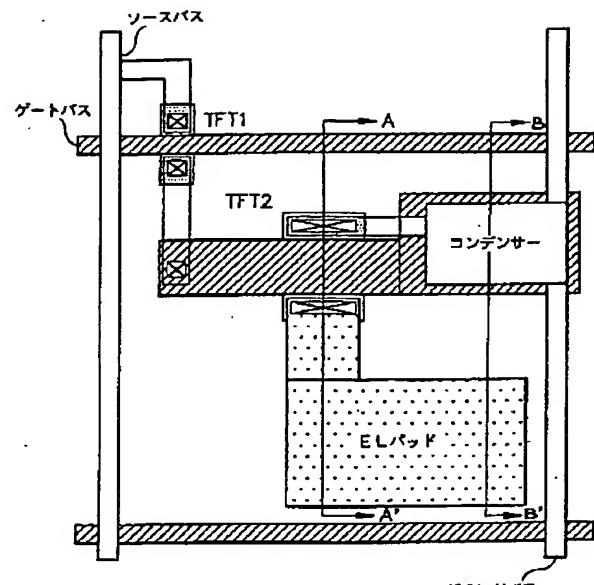


(10)

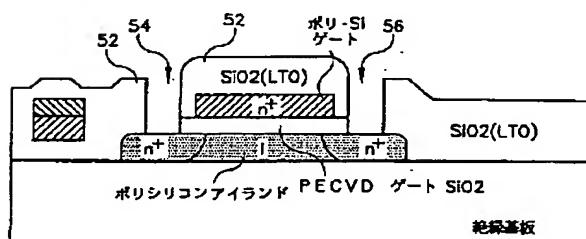
【図1】



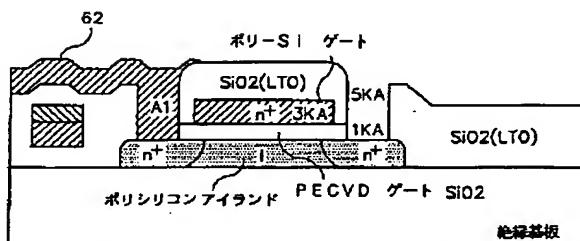
【図2】



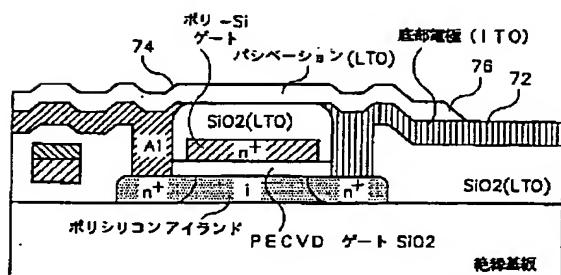
【図5】



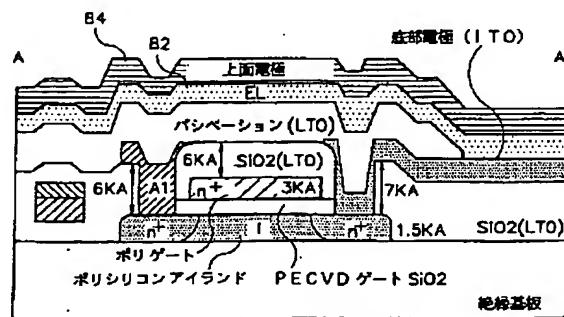
【図6】



【図7】



【図8】



(11)

【図9】

